

海洋沉積物鐵錳氧化物之釷同位素組成在氣候變遷研究 之應用—分析方法初探

林雅慧、游鎮烽、鍾全雄

國立成功大學地球科學系, 地球動力系統研究中心

摘要

海洋沉積物中記錄了百萬年來氣候變化，能幫助科學家了解氣候變遷趨勢。而外覆在海洋沈積物之鐵錳氧化物，其釷同位素值紀錄過去海洋的變化，為一可靠的古環境記錄代用指標。本研究以鹽酸脛胺從海洋沉積物中萃取出鐵錳氧化物，再以 RE 及 LN 層析管柱純化釷元素，並以感應耦合電漿質譜儀評估各實驗步驟的效率與可靠性，以確認所分析結果能指示過去海洋環境的變異。初步結果顯示以上述方法，可以有效率萃取純化鐵錳氧化物中的釷元素，排除 ^{144}Sm 同重素的干擾，進而獲得具地質意義的釷同位素組成。

前言

近年來氣候變遷日漸劇烈，溫室效應造成海平面上升、冰原面積不斷減少，科學家紛紛尋求解決之道。了解古氣候的變化能幫助科學家了解過去的氣候變遷，因應未來的氣候遽變，而海洋沉積物中記錄了百萬年來的氣候變化，是解開古氣候變遷的鑰匙 (Claude-Ivanaj et al., 2001; Reynolds et al., 1999)。在海洋中，有許多同位素系統可靈敏的紀錄各種地質訊息，然而，有些元素如鋇在海洋的滯留期太長，使各地海水的鋇同位素組成相同，無法用來追蹤短時間尺度的海洋環境變化。相反的，釷同位素由於滯留期僅 200 到 1000 年 (Elderfield, 1988)，且各水團均有獨特的釷同位素比值，為良好的海洋循環示蹤劑 (Spivack and Wasserburg, 1998; Amakawa et al., 2000)。海洋沈積物中的自生性的鐵錳氧化物 (authigenic Fe-Mn Oxide) 由於生成於海水中，其元素及同位素組成可提供我們洋流循環及陸源物質輸入的訊息 (Bayon et al., 2004; Frank et al., 2002)。為排除陸源物質的影響及同重素干擾，以獲得具代表性的氣候資訊，本研究評估了 (1) 萃取海洋沈積物中鐵錳氧化物 (2) 純化釷元素的實驗方法，期能將其應用在古海洋的研究上。

分析方法

分析方法分爲二階段，第一階段爲從海洋沈積物中萃取鐵錳氧化物；第二階段爲從所萃取的鐵錳氧化物溶液中，將釷元素純化出來。

萃取出海洋沉積物中的鐵錳氧化物方法修改自 **Chester and Hughes(1967)**。主要步驟簡述如下：

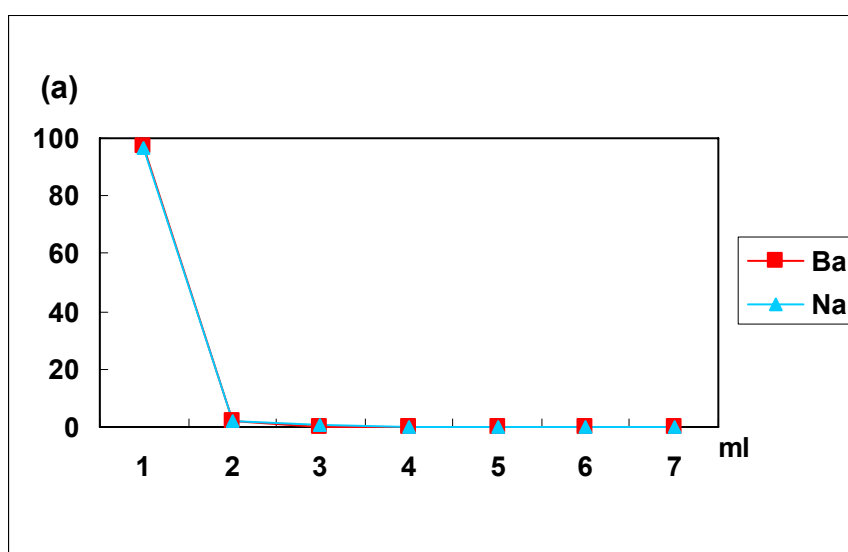
1. 加入去離子水，除去海洋沉積物中的 **NaCl** 等可水溶性物質。
2. 加入醋酸，除去海洋沉積物中的碳酸鹽類。
3. 最後加入鹽酸羥胺，溶解海洋沉積物中的鐵錳氧化物，過濾出上層澄清液。

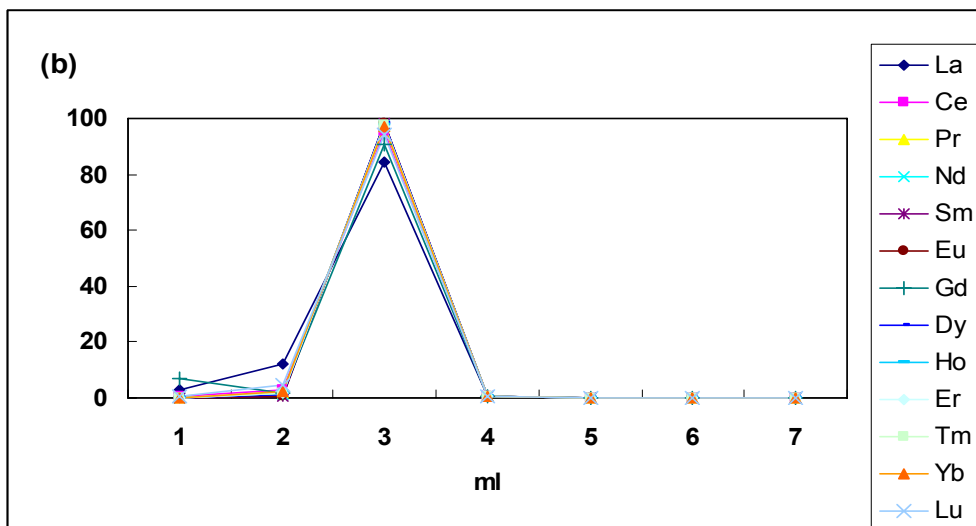
因 ^{144}Sm 在質譜儀中會干擾 ^{144}Nd ，造成 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比值產生誤差，爲排除同重素干擾，本研究採離子層析法將釷同位素純化出來，一共使用兩個層析分離管柱，先以 **RE** 樹脂將樣品中的稀土元素與其他主要元素分離，進而利用 **LN** 樹脂萃取出 **Nd**，最後用熱游離質譜儀(**TIMS**)分析釷同位素比值。爲確認管柱之沖提曲線 (**elution curve**)，配製組成如表一之標準樣，將此標準樣先後經過 **REE** 樹脂和 **LN** 樹脂，以 **HR-ICPMS** (**Thermo Finnigan, Element2**) 測量沖提液中之元素組成，以確保 (1)經過 **RE** 樹脂純化後，稀土元素的回收率 $>95\%$ ，且鐵、錳等主要元素濃度不至於干擾 **LN** 管柱的層析效率；(2)經過 **LN** 樹脂純化後，**Nd** 的回收率高於 95% 且 **Sm** 的濃度不高於背景值的三倍。

表一、標準品水樣中各元素的濃度

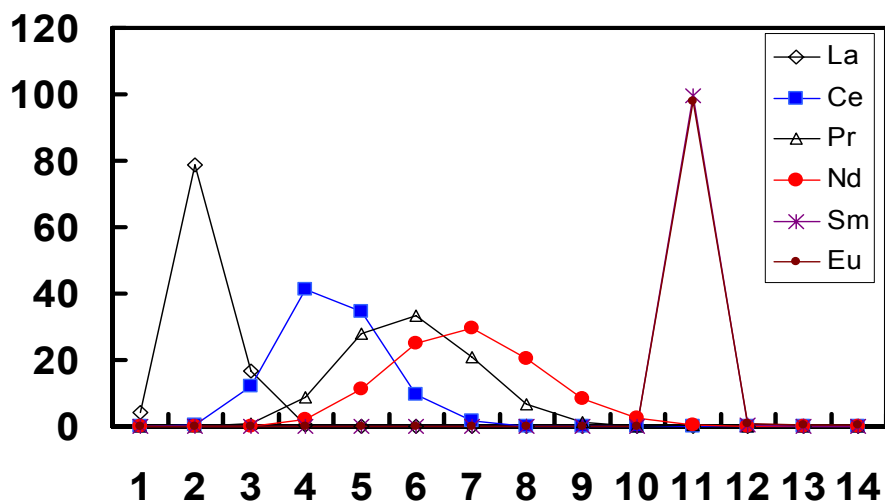
Fe	Mn	Ca	Na	Mg	K	REE
50ppm	50ppm	10ppm	20ppm	10ppm	5ppm	1ppb

初步結果





圖一 (a)：使用 REE 樹脂純化標準水樣之沖提曲線與 Ba、Na 濃度變化圖；(b)：沖提曲線與各稀土元素濃度變化圖。從 a、b 兩圖可知當收取 2-4 毫升時，RE 管柱的稀土元素回收率達 98%，且可有效排除主要元素的對 LN 管柱的影響。



圖二：經過 LN 樹脂後之沖提曲線。收取第四至第十毫升的水樣來進行熱游離質譜儀分析，以排除 Sm 的同重素干擾。

參考文獻：

- Amakawa H., Alibo D. S., and Nozaki Y. Nd isotopic composition and REE pattern in the surface waters of the eastern Indian Ocean and its adjacent seas. *Geochim. Cosmochim. Acta* 64 (2000), 1715 - 1727.
- Chester, R., Hughes, M.J., 1967. A chemical technique for the separation of ferromanganese minerals, carbonate minerals and adsorbed trace elements for pelagic

- sediments. *Chem. Geol.* 2, 249 – 262.
- Claude-Ivanaj, C., Hofmann, A.W., Vlastelic, I., Koschinsky, A., 2001. Recording changes in ENADW composition over the last 340 ka using high-precision lead isotopes in a Fe – Mn crust. *Earth Planet. Sci. Lett.* 188, 73 – 89.
- Elderfield, H., 1988. The oceanic chemistry of the rare-earth elements. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. A.* 325, 105 – 106.
- G. Bayon, C.R. German, R.M. Boella, J.A. Milton, R.N. Taylor, R.W. Nesbitt. An improved method for extracting marine sediment fractions and its application to Sr and Nd isotopic analysis. *Chemical Geology* 187 (2002) 179 – 199
- Germain Bayon,, Christopher R. German, Kevin W. Burtonb, Robert W. Nesbitt, Nick Rogers. Sedimentary Fe – Mn oxyhydroxides as paleoceanographic archives and the role of aeolian flux in regulating oceanic dissolved REE. *Earth and Planetary Science Letters* 224 (2004) 477 – 492
- Jeandel, C., 1993. Concentration and isotopic composition of Nd in the South Atlantic Ocean. *Earth Planet. Sci. Lett.* 117, 581 – 591.
- M. Frank, Radiogenic isotopes: tracers of past ocean circulation and erosional inputs, *Rev. Geophys.* (2002) doi:2000RG000094.
- Reynolds, B.C., Frank, M., O' Nions, R.K., 1999. Nd- and Pb-isotope series from Atlantic ferromanganese crusts: implications for changes in provenance and paleocirculation over the last 8 Myr. *Earth Planet. Sci. Lett.* 173, 381 – 396.
- Spivack A. J. and Wasserburg G. J. Neodymium isotopic composition of the Mediterranean outflow and the eastern North Atlantic. *Geochim. Cosmochim. Acta* 52 (1988), 2767 – 2773.